

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОЙ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТОК НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ВЫСОКОАЗОТИСТЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

Меркушкин Е.А.

Руководитель – проф., д.т.н. Березовская В.В.

УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
bvv@mtf.ustu.ru

Одним из основных преимуществ высокоазотистых аустенитных сталей является то, что азот, находящийся в твердом растворе, повышает их стойкость к общей и локальным видам коррозии, в частности, к питтинговой коррозии (ПК). ПК наблюдается в средах, содержащих активные ионы Cl^- , Br^- , I^- , F^- , причем наиболее агрессивен ион хлора, являющийся основным компонентом большинства природных растворов, например, морской воды [1].

В настоящее время стали с высоким содержанием азота (около 1 мас.% N) уже применяют для изготовления некоторых видов изделий, которые производят в промышленных масштабах [2], используя при этом металл, выплавленный под давлением азота.

По мере развития технологий и перехода от макромасштабных к микро- и наномасштабным уровням рассмотрения структуры и свойств материалов, роль поверхности и поверхностных эффектов многократно возрастает [3].

Целью работы было исследование влияния фрикционной обработки (ФО) поверхности в условиях трения скольжения на коррозионные свойства высокоазотистых аустенитных сталей на основе изучения параметров ПК.

Химический состав двух исследованных коррозионно-стойких Cr-Mn-сталей с одинаково высоким содержанием азота и разным содержанием марганца приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав исследованных сталей

№ п/п	Марка стали	Содержание элементов, мас. %												
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	N	V	Ti	Cu
1	06X18AG19M2	0,06	0,65	19,13	0,018	0,001	17,51	2,20	0,13	0,008	0,81	0,08	0,002	0,03
2	07X16AG13M3	0,07	0,71	12,76	0,015	0,007	16,16	3,24	0,11	–	0,82	0,05	–	–

Стали исследовали в состоянии после следующих обработок:

ТО-1) горячей пластической деформации при 1240-1200 °С, последующего отжига – аустенитизации в течение 1 часа при температурах 1050, 1100 и 1150 °С и заковки в воде (ГД+З);

ТО-2) фрикционной обработки (ГД+З+ФО);

ТО-3) холодной пластической деформации (ГД+З+ХПД).

В работе проведены исследования ПК сталей с помощью электрохимической лаборатории VoltaLab 10-PGZ100, в 3,5%-растворе хлорида натрия комнатной температуры в соответствии с ГОСТ 9.912-89 [4]. Известно [5], что ПК наблюдается у металлов и сплавов в пассивном состоянии, когда коррозии с высокой скоростью подвержены только отдельные микроскопические участки поверхности, в результате чего образуются локальные глубокие поражения – питтинги. В результате поляризационных испытаний ПК снимается кривая коррозии, по которой определяют основные параметры ПК: $E_{по}$ – потенциал питтингообразования; E_p – потенциал репассивации, при котором происходит восстановление пассивной пленки на поверхности металла при реверсивной поляризации, и $\Delta E = E_{по} - E_p$ – разность потенциалов. Высокий потенциал $E_{по}$ и малая разность потенциалов $E_{по}$ свидетельствуют о стойкости стали к ПК.

Кривые ПК стали 1 после заковки от всех исследованных температур (рис. 1, а - г) показали одинаково высокое сопротивление образованию питтингов вплоть до $E_{по} = 1,4$ В. Сталь 2, согласно кривым ПК (рис. 1, а - г), наиболее подвержена ПК в состоянии после заковки от 1100°С (рис. 1, б), когда наблюдается низкий потенциал питтингообразования $E_{по} = 1,0$ В, нестабильность пассивного состояния и затрудненность его восстановления (высокая разность $\Delta E = 1,0 - 0 = 1,0$ В). Стоит отметить некоторую нестабильность пассивного состояния сталей после заковки, что сопровождается увеличением тока коррозии на обеих ветвях поляризации.

Исследование сталей на ПК после ФО показало (рис. 1, а - г), что ФО резко снижает потенциал $E_{по}$ до значений порядка $-0,35$ В. Исключение составила лишь сталь 2 после заковки от 1050°С (рис. 1, а, г), потенциал $E_{по}$ которой после ФО снижается только до 0,3 В.

ВЫВОДЫ

Сравнение коррозионных свойств исследованных высокоазотистых сталей 06X18AG19M2 и 07X16AG13M3 показало, что

(а) после заковки питтинги хотя и не образуются ($E_{по} = 1,5$ В), но пассивация и репассивация сталей затруднена (особенно у стали 2);

(б) поверхностная фрикционная обработка резко ухудшает коррозионные свойства сталей, снизив потенциал $E_{по}$ до $\sim 0,3$ В у стали 2 и до $-0,4$ В у стали 1;

(в) структура стали после объемной пластической деформации имеет наиболее высокую стойкость к питтинговой коррозии.

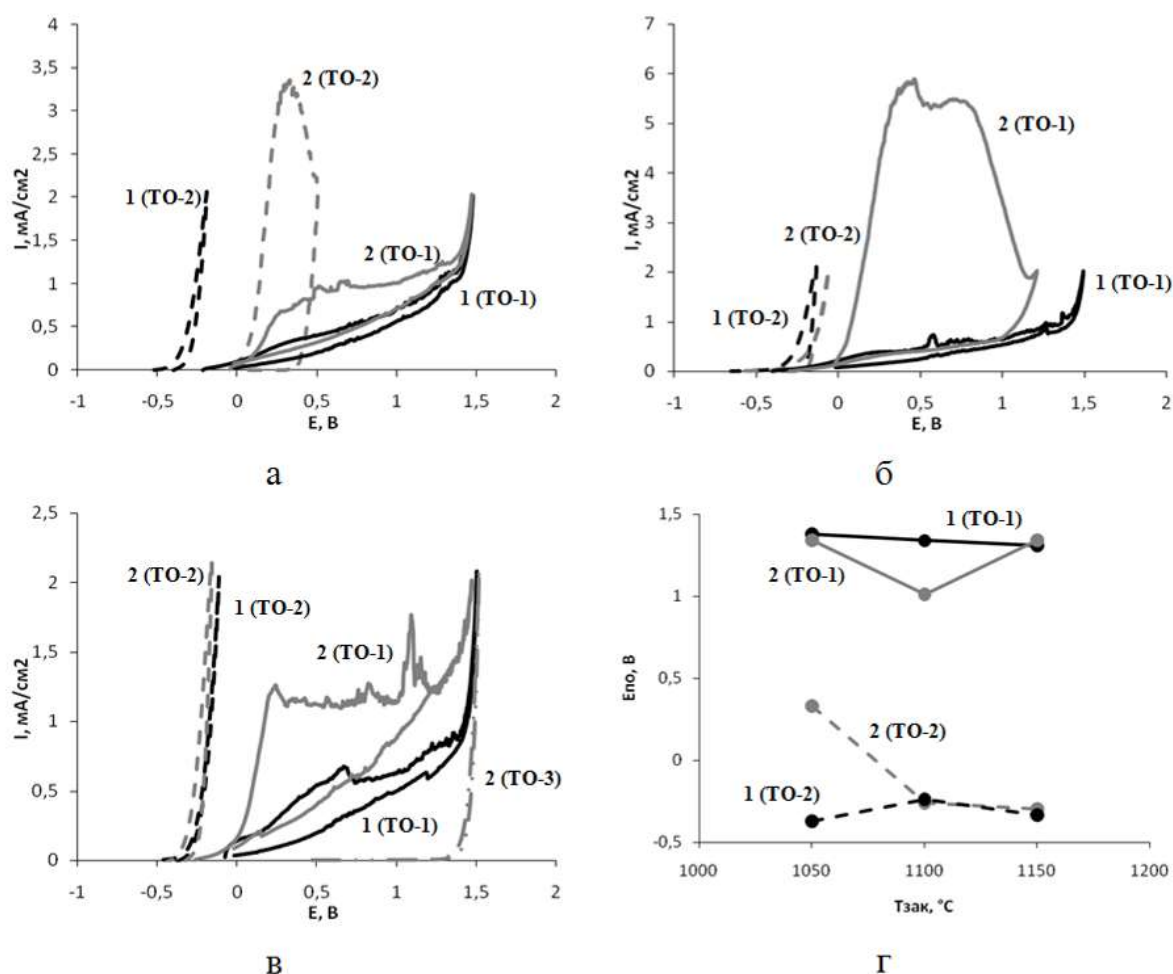


Рис. 1. (а - в) - кривые питтинговой коррозии сталей 1 и 2 после: а – закалки от 1050 °С; б - 1100 °С; в - 1150 °С; (г) – зависимость изменения потенциала питтингообразования от температуры закалки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Janick-Czachor M., Lunarska E., Szklarska-Smialowska Z. Effect of Nitrogen content in a 18Cr-5Ni-10Mn Stainless Steel on the Pitting Susceptibility in Chloride Solution // Corrosion. 1975. V.31, N 11. P. 394-398.
2. Шпайдель М.О. Новые азотосодержащие аустенитные нержавеющие стали с высокими прочностью и пластичностью // МиТОМ, 2005, №11. С.9-14.
3. Макаров А.В. Наноструктурирующая фрикционная обработка углеродистых и низколегированных сталей.
4. ГОСТ 9.912-89 Методы ускоренных испытаний на стойкость к питтинговой коррозии. М. : ГК СССР по управлению качеством продукции и стандартам.
5. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: Учебное пособие для вузов. 2-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1976 г. / Н.П. Жук. – М. : ООО ТИД «Альянс», 2006. 472 с.